

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-85522

⑮ Int. Cl.<sup>4</sup>

G 02 B 26/08

識別記号

庁内整理番号

F-6952-2H

⑬ 公開 昭和63年(1988)4月16日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全10頁)

⑭ 発明の名称 光ファイバスイッチ

⑰ 特 願 昭61-230839

⑱ 出 願 昭61(1986)9月29日

⑲ 発 明 者 長 沢 真 二 茨城県那珂郡東海村大字白方字白根162番地 日本電信電話株式会社茨城電気通信研究所内  
⑲ 発 明 者 佐 武 俊 明 茨城県那珂郡東海村大字白方字白根162番地 日本電信電話株式会社茨城電気通信研究所内  
⑲ 発 明 者 加 島 宜 雄 茨城県那珂郡東海村大字白方字白根162番地 日本電信電話株式会社茨城電気通信研究所内  
⑲ 発 明 者 山 本 良 一 茨城県那珂郡東海村大字白方字白根162番地 日本電信電話株式会社茨城電気通信研究所内  
⑳ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号  
㉑ 代 理 人 弁理士 吉田 精孝

明 細 書

(産業上の利用分野)

1. 発明の名称

光ファイバスイッチ

本発明は低損失で組立ての容易な光ファイバスイッチに関するものである。

2. 特許請求の範囲

光ファイバを位置決めし固定した二つのプラグを突合せ接続し、そのうちの一方のプラグを他方のプラグに対して互いの突合せ面において平行移動させて光路を切替える光ファイバスイッチにおいて、一方のプラグは光ファイバとこの両側に対の外径Dなる円形穴を有し、この円形穴には穴に内接する一対の円形ガイドピンを挿入し、他方のプラグには前記光ファイバに切替接続される第一と第二の光ファイバを中心間隔Pで配列し、これらの光ファイバの両側には一対の矩形状穴を形成し、この矩形状穴の中心間隔は前記円形穴の中心間隔と等しく、かつ矩形状穴の長辺の方向は第1と第2の光ファイバの並び方向に一致させ、かつ矩形状穴の長辺の長さはD+P、短辺の長さはDとしたことを特徴とする光ファイバスイッチ。

3. 発明の詳細な説明

(従来の技術)

光ファイバを用いた伝送システムにおいては、伝送路及び伝送装置の障害時や保守点検等に伝送路を確保するため、1入力、2出力間切替用の1×2形を基本とした光ファイバスイッチが不可欠である。低損失で実用的な光ファイバスイッチとしては、突合せ接続した光ファイバの一方を機械的に移動させて光路を切替える方式のスイッチが有望である。この方式のスイッチは、光ファイバ自身を直接駆動する方式のものと、光ファイバを位置決めし固定したプラグを駆動する方式のものと大別される。このうち前者は脆性材料である光ファイバ自身を直接反復移動するため、長期的な信頼性の確保が困難である。また極めて細径の光ファイバ自身をスイッチの部品として取扱うためスイッチの組立て作業性が劣るという欠点を有する。後者は、前者に比べ、光ファイバをプラグ内

に保護する構造であることから、信頼性の確保が容易である。またスイッチの組立て作業性、生産性の向上が期待できる。このプラグ駆動方式のスイッチにおいて、低損失な特性を実現するための技術的ポイントは、まず、光ファイバをプラグに精密に位置決めすること、次にそのプラグ同士間を切替前後の二つの状態において精密に位置決めすることである。位置決め精度はミクロン・メートルのオーダーが要求される。

従来のプラグ駆動方式の光ファイバスイッチの代表的な例を第2図に示す。光ファイバ1と2は中心間隔 $d$ で移動プラグ3に固定され、これに対向して光ファイバ1'と2'が同じく中心間隔 $d$ で固定プラグ3'に固定されている。光ファイバのプラグへの固定方法は、プラグ部品として基板上面に中心間隔 $d$ なる2本の平行したV溝を形成したV溝基板を用い、このV溝に光ファイバを収納固定することにより行っている。移動プラグ3の移動方向の一側面には磁性体4が取付けられ、該磁性体4が電磁石5に吸引された状態の場合、

光ファイバ1と2と及び光ファイバ1'と2'がそれぞれ対向し、光路が構成される。障害時に電磁石5の電流が切られると、固定ピン6に取り付けたスプリング7により移動プラグ3と共に光ファイバ1と2が図に向かって下方に引かれ、距離 $d$ だけ下方に配置された一対のストッパ8まで互いの突合せ面と平行に移動し、光ファイバ1と2'が対向して光路が切替えられる。

このようなプラグ駆動方式の光ファイバスイッチにおいて、光ファイバのプラグへの位置決めは、たとえば広く知られているシリコンV溝基板を用いた光ファイバ接続器と同様に、シリコン基板上に化学エッチングで形成したV溝に光ファイバを収納して行われ、気調整でミクロン・メートルのオーダーの精度が得られる。しかるに、光ファイバスイッチに固有な課題である切替前後におけるプラグ同士間の位置決めは、ミクロン・メートルのオーダーの精度で精密微調整して設定する必要がある。これはプラグ自身に切替前後でプラグ同士間を精密に位置決めする適切な機構が具備されて

いないことによる。従って、光ファイバスイッチの組立て作業性が劣り、生産に適さない欠点を有していた。

#### (発明の目的)

本発明の目的は、従来のプラグ駆動方式の光ファイバスイッチが有する上記の欠点を解決するため、切替前後のプラグ同士間の精密かつ簡易な位置決め機構をプラグ自身に形成し、低損失で組立ての容易な光ファイバスイッチを提供することにある。

#### (問題点を解決するための手段)

本発明は上記目的を達成するため、一方のプラグは光ファイバの両側に一対の外径 $D$ なる円形穴を有し、この円形穴には穴に内接する一対の円形ガイドピンを挿入した構造とし、他方のプラグには前記光ファイバに切替接続される第1と第2の光ファイバを中心間隔 $P$ で配列し、これらの光ファイバの両側に一対の矩形状穴を形成し、この矩形状穴の中心間隔は前記円形穴の中心間隔と等しく、かつ矩形状穴の長辺の方向は第1と第2の光

ファイバの並び方向に一致させ、かつ矩形状穴の長辺の長さは $D+P$ 、短辺の長さは $D$ としたことを特徴とする。

#### (作用)

本発明によれば、一方のプラグの円形穴に円形ガイドピンを挿入し、円形穴から突出した円形ガイドピン的一端を他方のプラグの矩形状穴に挿入して両プラグを突合せることにより、組立てが完了し、矩形状穴内を円形ガイドピンがスライドすることによって切替が行なわれる。

#### (実施例1)

第1図は本発明の第1の実施例の基本となる一組のプラグの構造を示す斜視図であり、第3図(a)及び第4図(a)はそのプラグを突合せたときの横断面図、第3図(b)、第4図(b)は同じく第3図(a)、第4図(a)のA-A線矢視方向の縦断面図であり、第3図(a)(b)は切替前の状態を、第4図(a)(b)は切替後の状態をそれぞれ示している。なお、図中従来例と同一構成部分は同一符号をもって表わす。

1 は入力側の光ファイバ、1' と 2' は中心間隔 P で配列した出力側の光ファイバ、9 は入力側のプラグ、10 は出力側のプラグ、11 は光ファイバ 1 の両側に形成した外径 D の円形穴、12 は円形穴 11 に内接する円形ガイドピンで、一端は外部に所定長さ突出している。13 は光ファイバ 1' と 2' の両側に形成した長辺の長さ D + P、短辺の長さ D の矩形状穴である。入力側プラグ 9 において、一対の円形穴 11 の中心間隔は L であり、その中点の位置に光ファイバ 1 が配列されている。また出力側プラグ 10 において、一対の矩形状穴 13 の中心間隔は同じく L であり、その中点の位置から両側に距離 P/2 の位置に光ファイバ 1' と 2' が配列されている。なお、9a、10a は後記ガイド用基板のガイド突部が嵌合する切欠部である。

上記の一組のプラグ 9、10 を用いてスイッチとして動作するには、第 3 図 (a)、第 4 図 (a) に示すように、入力側のプラグ 9 のガイドピン 12 の突出部を出力側のプラグ 10 の矩形状穴

13 に挿入して入力側、出力側のプラグ 9、10 を突合せ、入力側プラグ 9 を固定し、出力側プラグ 10 を図に向って上方あるいは下方に押圧すればよい。第 3 図 (a) において、出力側プラグ 10 を上方に押圧した場合、出力側プラグ 10 は矩形状穴 13 の下方の側壁が円形ガイドピン 12 に接する位置まで移動し、この位置で安定状態となる。このとき、入力プラグ 9 の一対の円形穴 11 の間に配列された光ファイバ 1 は、出力側プラグ 10 の一対の矩形状穴 13 の間に配列された光ファイバ 1' と自動的に軸合せされ、光路が構成される。次に第 4 図 (a) において、出力側プラグ 10 を下方に押圧した場合、出力側プラグ 10 は矩形状穴 13 の上方の側壁が円形ガイドピン 12 に接する位置まで移動し、安定状態となる。このときの出力側プラグ 10 の移動量は矩形状穴 13 の長辺の長さ (D + P) と円形ガイドピン 12 の外径 D との差、即ち P であり、中心間隔 P で配列された光ファイバ 1' と 2' も距離 P だけ下方に移動する。従って出力側プラグ 10 の移動と

共に光ファイバ 2' は光ファイバ 1' の位置に移動し、入力側プラグ 9 の光ファイバ 1 と自動的に軸合せされて光路が切替えられる。

第 5 図 (a)、(b) は第 1 図、第 3 図 (a) (b) 及び第 4 図 (a) (b) に示した一組のプラグ 9、10 を組込んだ本発明の第一の実施例の構造を示す図であって、第 5 図 (a) は一部切欠き斜視図、第 5 図 (b) は一部横断平面図である。14 は横長方形筒状の板ばねで、長手方向の両側の下部には光ファイバ 1、1'、2' を通す切欠き 14a が設けられている。15 は入力側プラグ 9 を固定し、出力側プラグ 10 を移動させるときの長方形のガイド用基板で、中央の端方向にはガイド突部 15a を有する。16 は磁性体、17 は電磁石、C は上部を開口した筐体である。

入力側プラグ 9 と出力側プラグ 10 は突合せた状態で、板ばね 14 の内側にはめ入れ、両プラグ 9、10 の後方の端面を板ばね 14 とは固定している。このとき板ばね 14 の上方の長辺部分はプラグ軸と平行とし、下方の長辺部分はプラグ軸よ

り斜め下方に変位した状態で固定している。板ばね 14 で把持した一組のプラグ 9、10 はガイド基板 15 の上に設置し、切欠部 9a、10a をガイド突部 15a に嵌合し、入力側プラグ 9 の後方の下面はガイド基板 15 に固定している。板ばね 14 の下方の長辺部分には磁性体 16 を取付け、その下方に距離 P 以上離れた位置に電磁石 17 を設置している。なお、ガイド基板 15 及び電磁石 17 は筐体 C の底板上に固定している。

板ばね 14 の下方の長辺部分には変位を与えていることから、その復元力によって出力側プラグ 10 は第 3 図 (a) に示す如く上方に押圧され、矩形状穴 13 の下方の側壁が円形ガイドピン 12 に接する位置で安定状態となる。このとき光ファイバ 1 と光ファイバ 1' とは自動的に軸が一致し、光路が構成される。

次に障害時あるいは保守点検時に電磁石 17 に電流を流した場合、板ばね 14 に取付けた磁性体 16 が電磁石 17 に吸引され、板ばね 14 が下方に変位すると共に出力側プラグ 10 を下方に移動

し、矩形状孔13の上方の側壁が円形ガイドピン12と接する位置で安定状態となる。このとき出力側プラグ10の光ファイバ2は光ファイバ1の位置まで移動して、光ファイバ1と自動的に位相が一致し、光路が切替えられる。次に電磁石17の電流を切れば、変位した板ばね14の復元力によって出力側プラグ10が上方に押圧され、初期の状態に復帰する。

本実施例の光ファイバスイッチは、切替前後のプラグ同士間の位置決め手段として、プラグ自身に形成した一对の円形ガイドピン挿入用の円形穴と矩形状穴を活用していることから、従来技術に比べ精密かつ簡易にスイッチを組立てでき、しかも的確に動作できる利点を有する。

上記の利点を確認するため第1図～第5図に示した構造の光ファイバスイッチを試作した。光ファイバにはグレーデッド形光ファイバ心線（コア型50 $\mu\text{m}$ 、ファイバ外径125 $\mu\text{m}$ 、被覆外径0.25 $\text{mm}$ ）を用いた。プラグの外寸は巾6 $\text{mm}$ 、厚さ3 $\text{mm}$ 、長さ10 $\text{mm}$ とした。入力側プラグの一

対の円形穴の外径は0.7 $\text{mm}$ 、その中心間隔は3.6 $\text{mm}$ とし、出力側プラグの2心の光ファイバ配列間隔は0.25 $\text{mm}$ とした、矩形状穴の長辺の長さは0.95 $\text{mm}$ 、短辺の長さは0.7 $\text{mm}$ である。

プラグの製法には5心一括コネクタのプラグ（文献：佐竹、長沢、加島「プラスチック成形光ファイバ多心コネクタ野設計と特性」、電子通信学会誌Vol.J-68-8、No.3、P.427～434、1985）の製法を活用し、エポキシ樹脂のトランスファ成形によりプラグを成形した。成形用金型として、光ファイバ位置決め用孔及びその両側にガイドピン位置決め用の円形孔あるいは矩形状孔を配置した金型を用いた。プラグの作成は次のとおりである。まず金型のプラグ成形用キャビティ内から光ファイバを金型の光ファイバ位置決め用孔に挿入するとともに、円形ピンあるいは矩形状ピンを金型のガイドピン位置決め用の円形孔あるいは矩形状孔に挿入する。次にこの配列状態をトランスファ成形により樹脂で固定し、樹脂の硬化後に円形ピンあるいは矩形状ピンを抜取ってプラグを成形

する。最後に成形したプラグの端面を研磨してプラグの作成が完了する。

試作したプラグの光ファイバの設計位置からのずれ、一对の円形穴及び矩形状穴の中心間隔の設計値のずれは、顕微鏡による寸法測定の結果、3 $\mu\text{m}$ 以下であり、5心一括コネクタのプラグと同様に、高精度に成形できることを確認した。

次に試作した一組のプラグを用いて第5図(a)に示した構造の光ファイバスイッチを組立てた。スイッチの組立ては次のとおりである。まず入力側プラグ9の一对の円形穴11にガイドピン12を挿入し、このプラグ9、10の端面の中央に厚さ10～20 $\mu\text{m}$ の厚みゲージをはさんで出力側プラグ10と突合せする。次に鉄片を取付けたリン脂質製の板ばね14により突合せしたプラグ9、10を把持固定した後、厚みゲージを抜取る。この厚みゲージの抜取りによりプラグ間9、10に微小なすき間が形成され、切替時のプラグ移動による光ファイバ同士の端面接触が防止できる。次に突合せプラグ9、10をガイド基板15上に設

置し、入力側プラグ9の後方の下面を基板15と固定する。最後に板ばね14に取付けた鉄片16に厚さ250～260 $\mu\text{m}$ の厚みゲージをはさんで電磁石17を設置し、スイッチ全体18に固定した後、厚みゲージを抜取ってスイッチの組立ては完了する。

こうして組立てたスイッチの切替実験を行い、切替前後の挿入損失を測定した。光源にはLED（波長0.85 $\mu\text{m}$ ）を用い、定常モード励振により測定した。挿入損失は切替前及び切替後ともに平均約0.5dBであり、100回切替時の挿入損失変動量は $\pm 0.1\text{dB}$ 以下であり、低損失で安定した切替再現性が得られることを確認した。切替時間は約10msであった。

（実施例2）

第6図(a)(b)は本発明の第2の実施例であって、第1の実施例を応用発展した2心一括切替用光ファイバスイッチのプラグ突合せ部分の横断面図及びA-A線矢視方向断面図である。

18、19は入力側の光ファイバ、18、

19、20、21は出力側の光ファイバ、22は入力側のブラグ、23は出力側のブラグ、24は円形穴、25は円形ガイドピン、26は矩形状穴である。入力側ブラグ22には、光ファイバ18と19を中心間隔Pで配列し、その両側に外径Dの円形孔24を形成し、この穴に内接する円形ガイドピン25を挿入している。また出力側ブラグ23には、光ファイバ18、19、20、21を中心間隔Pで配列し、その両側に長辺の長さ(D+2P)、短辺の長さDの矩形状穴を形成している。両ブラグを突合せた状態で、入力側ブラグを固定し、出力側ブラグを上方あるいは下方に押圧すると、上方の押圧の場合、光ファイバ18と19は光ファイバ18と19とそれぞれ軸が一致した状態で安定状態となる。また下方の押圧の場合、光ファイバ18と19は光ファイバ20と21にそれぞれ軸が一致した状態で安定状態となる。従って第一の実施例と同様に、簡易な組立てにより精密な2心一括切替用光ファイバスイッチを実現できる。

リボン27の各光ファイバの軸が一致し、反対の方向ではリボン27とリボン28の各光ファイバの軸が一致した状態で安定状態となる。従って第一の実施例と同様に、簡単な組立てにより精密な5心ファイバリボン一括切替用スイッチを実現できる。

#### (実施例4)

第8図(a)(b)は本発明の第4の実施例であって、第1の実施例を応用発展した加入者光線路試験システム用スイッチのブラグ突合せ部の断面図である。34は入力側ブラグ、35は出力側ブラグである。第一の実施例に比べ、入力側ブラグ34には光ファイバ1に加えて光ファイバ2を中心間隔Pで、出力側の光ファイバの配列方向とは逆の方向に配列した点が異なる。これらのブラグ34、35を用いて第5図に示したスイッチを組立てたとき、通常は光ファイバ1と1との間で光路が構成された状態で安定状態である。電磁石に電流を流した場合、光ファイバ1と2との間の光路に切替えられると同時に、光ファイバ2

#### (実施例3)

第7図(a)(b)(c)は本発明の第3の実施例であって、第1の実施例を応用発展した5心ファイバリボン一括切替用スイッチのブラグ突合せ部の横断面図である。27は入力側の5心ファイバリボン、27と28は出力側の5心ファイバリボン、29は入力側のブラグ、30は出力側のブラグ、31は円形穴、32は円形ガイドピン、33は矩形状穴である。入力側ブラグ29には、5心ファイバリボン27の各光ファイバをリボン内の配列間隔Pと等しい間隔で配列し、その両側に外径Dの円形穴31を形成し、この穴31に内接する円形ガイドピン32を挿入している。また、出力側ブラグ30には、2本の5心ファイバリボン27と28をブラグの厚み方向に中心間隔P<sub>0</sub>で配列し、その両側に長辺の長さ(D+P<sub>0</sub>)、短辺の長さDの矩形状穴33を形成している。両ブラグ29、30を突合せた状態で、入力側ブラグ29を固定し、出力側ブラグ30をブラグ厚み方向に押圧すると、一方の方向ではリボン27と

と1との間で新たに光路が構成される。その他の構成は第1の実施例と同様である。

このスイッチを加入者光線路試験システムに適用するには、局内主配線架において、このスイッチの第1の入力側光ファイバ1を伝送装置側の光ファイバと接続し、第1の出力側光ファイバ1を線路側の光ファイバと接続する。さらに第2の入力側光ファイバ2を光パルス試験装置側の光ファイバと接続し、第2の出力側光ファイバ2を応急復旧光ケーブル内の光ファイバと接続する。

上記の構成によれば、通常、伝送装置と線路との間で光路が構成されている。線路の障害時あるいは保守点検時、電磁石に電流を流した場合、伝送装置と応急復旧光ケーブルとの間の光路に切替えられると同時に、光パルス試験装置と線路との間の光路が新たに構成され、線路上の障害地点の探索等が実行できる状態となる。障害の修理や保守点検が完了し、電磁石の電流を切った場合、初期の状態に復帰する。従って本発明は、第1の光ファイバから第2の光ファイバへの切替えと同時に

に、切替えられた第1の光ファイバへのアクセスも可能なスイッチへ容易に応用発展することができる。

(発明の効果)

以上説明したように、本発明の光ファイバスイッチは切替前後の二つの状態におけるプラグ同士間の位置決めを、円形ガイドピンとプラグ自身に形成した円形ガイドピン挿入内の円形穴と矩形状穴とより実現していることから、簡易な組立てにより精密なスイッチを実現できる利点がある。さらに、単心切替用スイッチのみならず、多心一括切替用スイッチも容易に実現できる利点がある。この利点は各種の単心ファイバ集合光ケーブル及びファイバリボン集合光ケーブルから構成される加入者光伝送システムにおいて有効に発揮される。

#### 4. 図面の簡単な説明

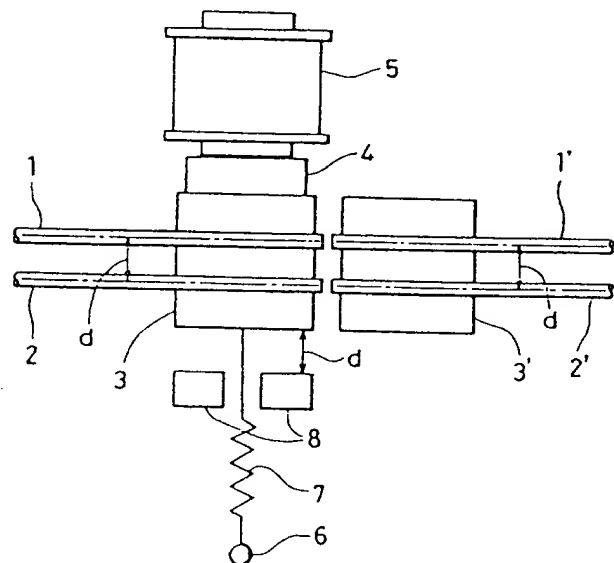
第1図は本発明の第1の実施例の基本となる一組のプラグの分解斜視図、第2図は従来のプラグ駆動方式の光ファイバスイッチの構成図、第3図(a)は本発明の特徴を最も良く表わしている第

1の実施例の基本となるプラグ突合せ部の横断面図、同図(b)は第3図(a)のA-A線矢視方向断面図、第4図(a)はプラグ突合せ部の切替後の状態における横断面図、同図(b)は第4図(a)のA-A線矢視方向の断面図、第5図(a)は本発明の第1の実施例の全体構造を示す一部切欠き斜視図、同図(b)は横断面図、第6図(a)は本発明の第2の実施例のプラグ突合せ部の横断面図、同図(b)は第6図(a)のA-A線矢視方向の断面図、第7図(a)は本発明の第3の実施例のプラグ突合せ部の横断面図、第7図(b)は第7図(a)のA-A線矢視方向の縦断面図、同図(c)は第7図(a)におけるB-B線矢視方向の断面図、第8図(a)は本発明の第4の実施例のプラグ突合せ部の横断面図、同図(b)は第8図(a)のA-A線矢視方向の断面図である。

1、1'、2、2'…光ファイバ、9…入力側のプラグ、10…出力側のプラグ、11…光ファイバ1の両側に形成した外径Dの円形穴、12…11の穴に内接する円形ガイドピン、13…光フ

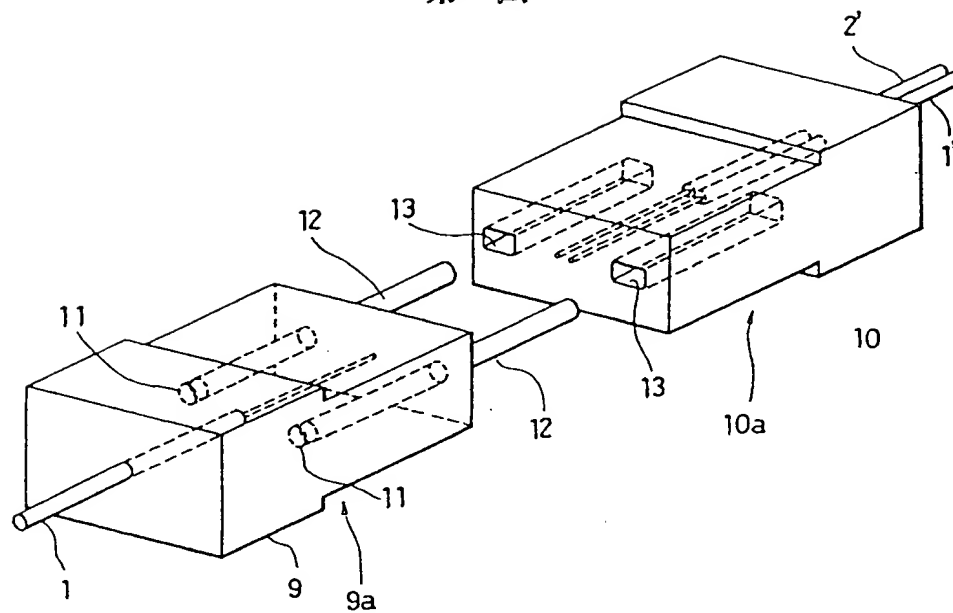
ァイバ1'と2'の両側に形成した長辺の長さD+P、短辺の長さDの矩形状穴、14…板ばね、15…入力側プラグを固定し、出力側プラグを移動させるときのガイド用基板、16…磁性体、17…電磁石、

第2図

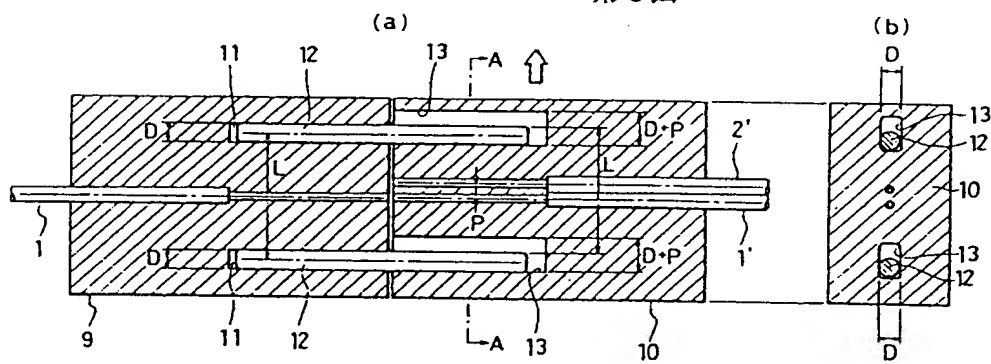


特許出願人 日本電信電話株式会社  
代理人弁理士 吉田 精孝

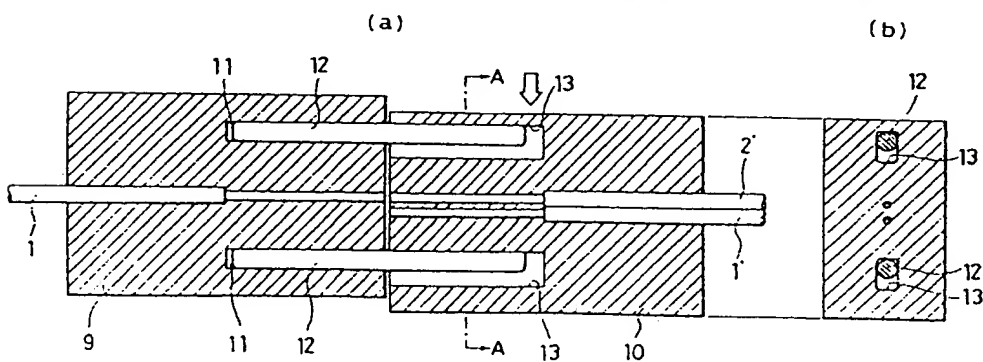
第 1 図



第 3 図

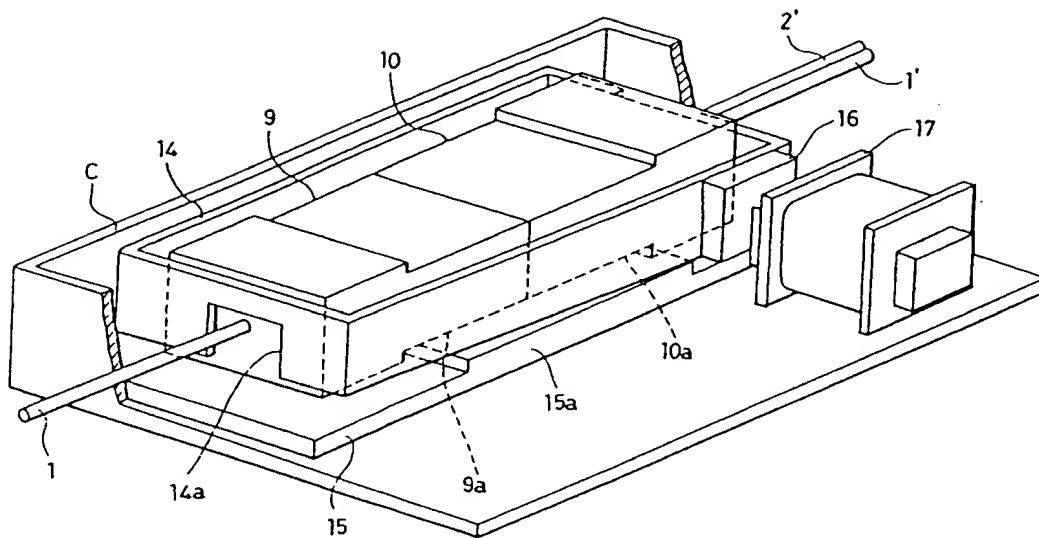


第 4 図



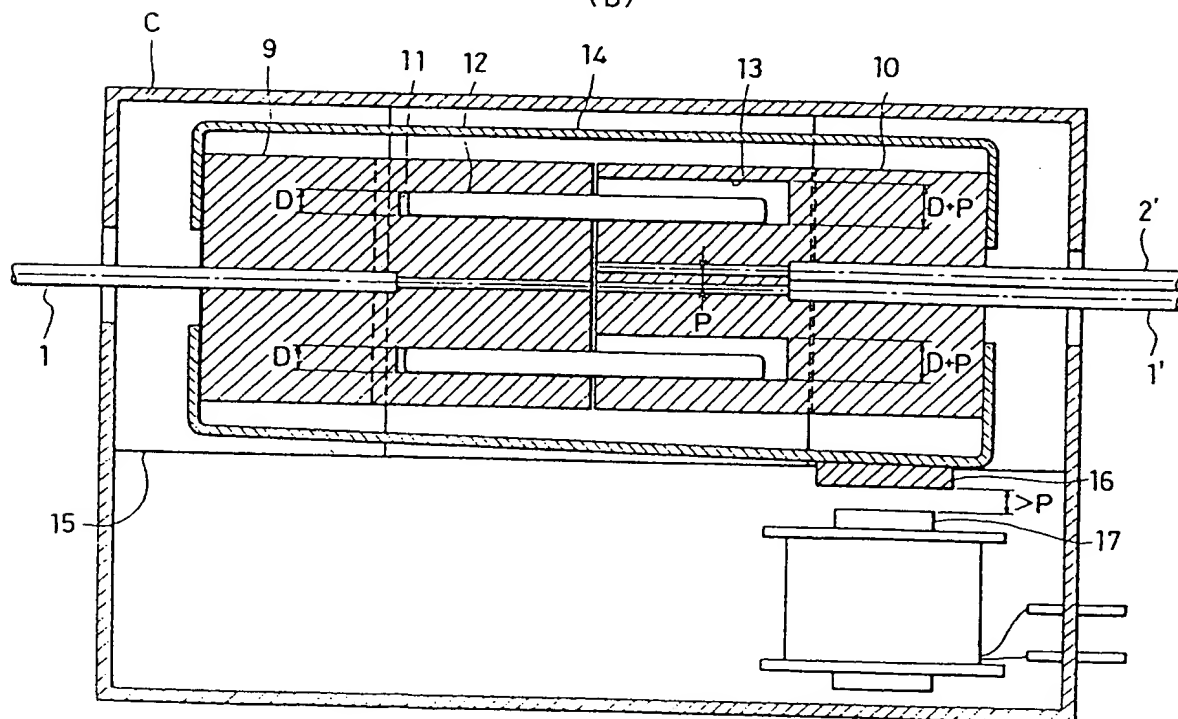
第5図

(a)



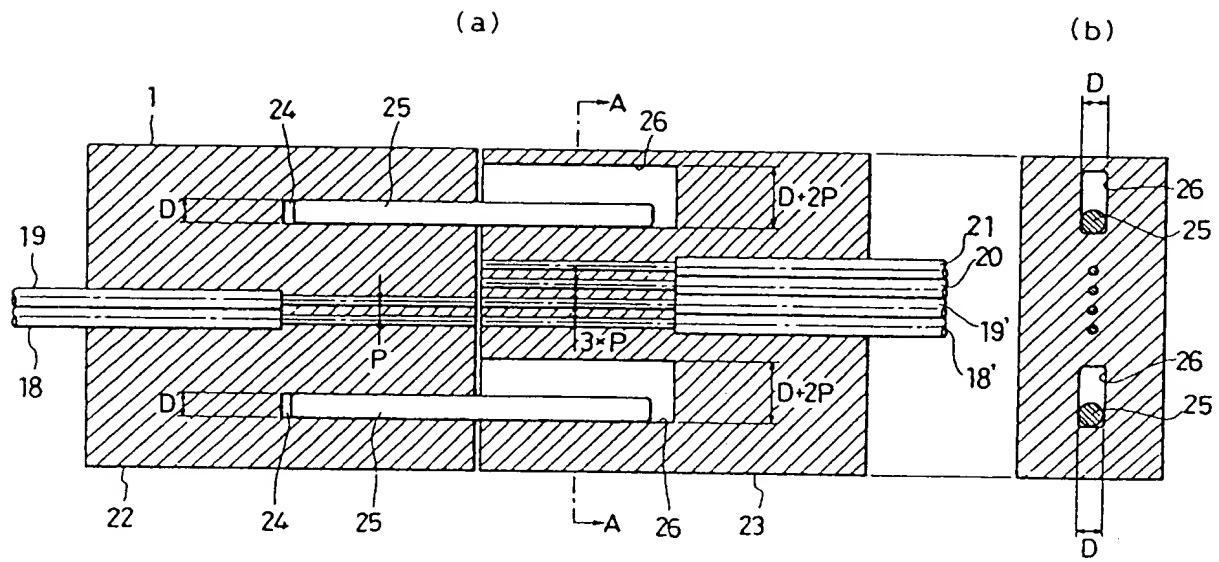
第5図

(b)

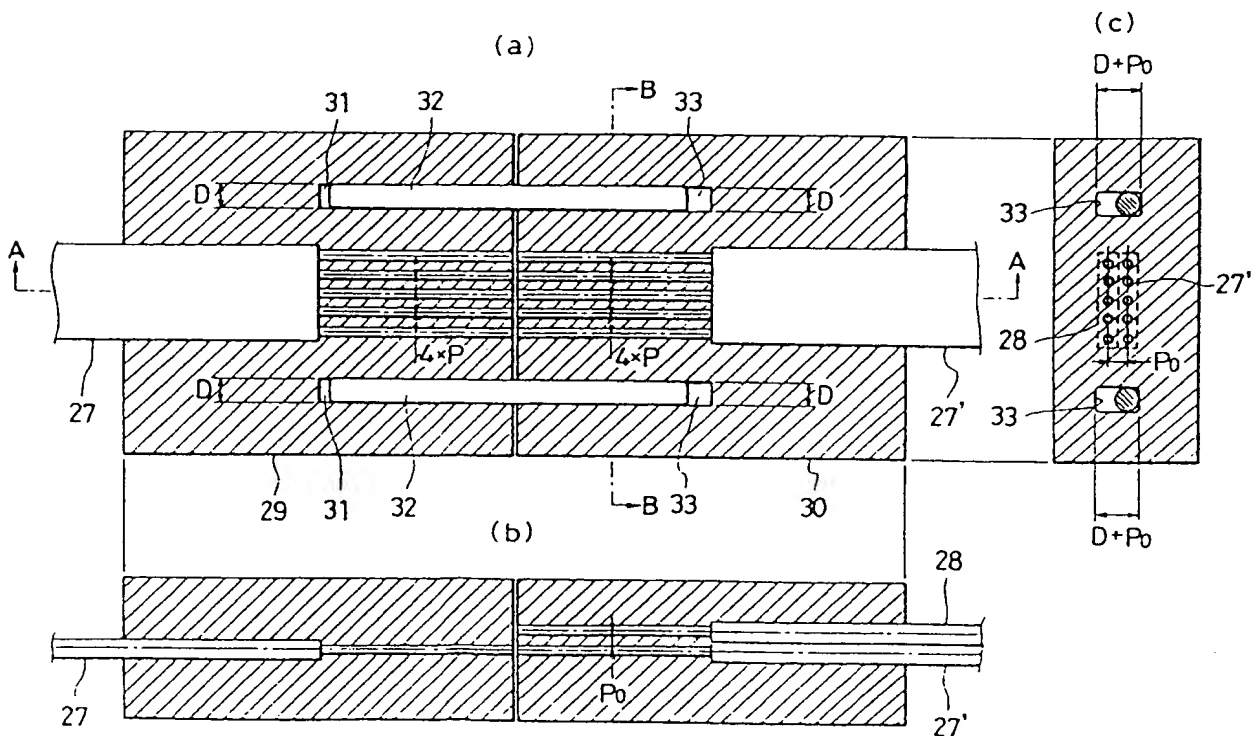




第6図



第7図



第8図

